

# **Stuttgart 21, Brandschutz in den Tunneln – Räumzeit, Verrauchung, internationaler Vergleich**

Dr. Christoph Engelhardt  
VGH BW 21.11.2023

WIKIREAL.ORG

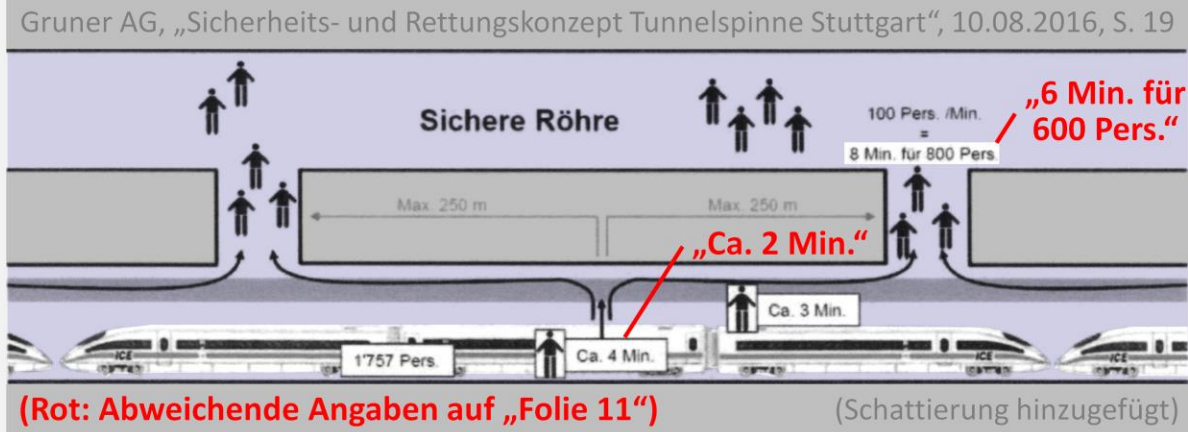
Folien des Sachbeistands für die Klägerseite im Verfahren vor dem  
VGH Baden-Württemberg 5 S 1693/21  
zum Brandschutz der Tunnel des Bahnprojekts Stuttgart 21

Dr. Christoph Engelhardt  
Hüterweg 12c  
85748 Garching bei München  
089 3207317  
[christoph.engelhardt@wikireal.org](mailto:christoph.engelhardt@wikireal.org)



Garching, 21.11.2023

## Rettungskonzept der DB für das EBA und für die Feuerwehr („Folie 11“)



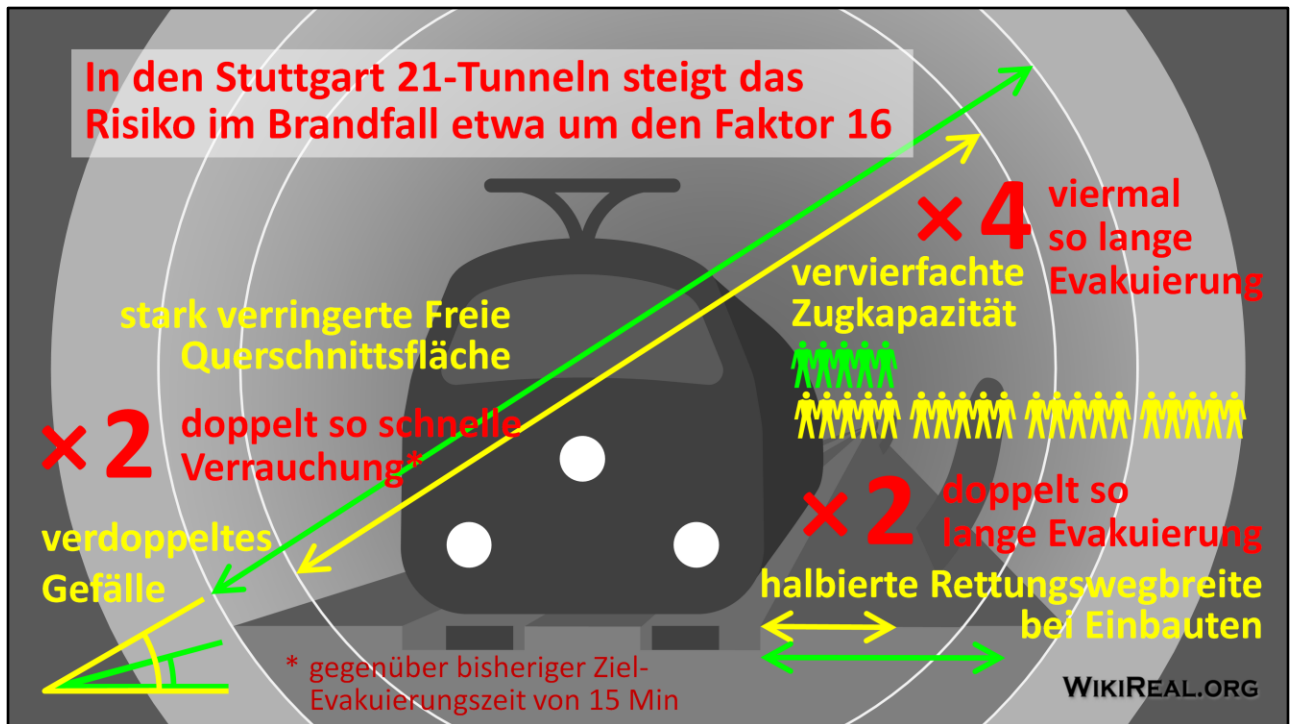
Das EBA erhielt diese Skizze von 2016 mit 15 Min. Entfluchtung, die Feuerwehr hatte 2014 auf Basis „Folie 11“ mit 11 Min. zugestimmt

### 1. DB: In S21-Tunneln Selbstrettung in 15 Min. möglich

DB-Räumzeit-Skizze mit 11 bzw. 15 Min., Hauptaussage: Die DB glaubt an die Selbstrettung in 15 Min. Außerdem aber mit zahlreichen Täuschungen in der Darstellung:

- Es wird so getan, als gäbe es alle zwei Waggons einen Rettungsstollen (nach ca. 50 m, tatsächlich sind es 500 m),
- als wäre viel Platz neben dem Zug (dabei ist es 1,2 m eng, bei Einbauten nur 0,9 m)
- der ICE mit weniger Insassen als dem mit 1.757 Insassen geplanten Doppelstockzug (der mehr als 3-mal so viel Reisende pro Länge liefert) schön die Situation,
- selbst die Annahme, zwei Rettungsstollen wären nutzbar, ist unrealistisch, da durch den Brandherd oder aber nach kurzer Zeit allein durch den Rauch einer der Rettungsstollen nicht mehr zugänglich ist, bei „Folie 11“ sollten es sogar 3 Stollen sein,
- es wird der „best case“ gezeigt mit dem Zug mittig zwischen den Stollen, bei blockiertem Querschlag sind statt 250 m aber maximal 500 m Fluchtweg maßgeblich
- die Räumzeitermittlung erfolgt hier nach dem „makroskopischen Verfahren“, aber falsch, die 3 Min. neben dem Zug liegen tatsächlich bei mindestens 22 Minuten.

Am 24.01.2014 wurden mit der gleich aufgebauten Folie 11, aber Zahlenwerten, die auf 11 Min. Räumzeit hinausliefen (u.a. 3 Querstollen nutzbar), die TÖBs (Träger öffentlicher Belange, insbesondere auch die **Stuttgarter Feuerwehr**) **getäuscht**. Vor allem durch den Hinweis, diese Zahlen (also die 11 Min.) seien durch "Simulationen" nachgewiesen worden, die dann aber unter mysteriösen Umständen verschwanden.



## 2. Grobe Risikoabschätzung

Ist die Räumzeit von **15 Min. plausibel**? Nein, es liegt vielmehr eine **überragende Gefährdung von Leib und Leben** vor aufgrund der vielfachen Abweichung von der Regel-Auslegung.

Die Tunnel von S21 und der NBS gehen aus den **Regelprofilen** der DB hervor (Planfeststellungsbes. PFA 1.2 S. 305, Ril 853), die bis dahin und bis heute in den anderen deutschen Doppelröhrentunneln (s.u. Personenkapazität) **nur mit ICEs** befahren werden.

- Der stattdessen deutlich **verengte Sonderquerschnitt** bewirkt, dass sich der Rauch deutlich schneller ausbreitet. Ggü. den 15 Min. Evakuierungs-Zielzeit wird dafür eine um den **Faktor 2 schnellere Rauchausbreitung** abgeschätzt (s.u. Verrauchung). Hinzu kommt die per Ausnahmegenehmigung verdoppelte Steigung, die den Rauch weiter beschleunigt.
- Die **Rettungswegbreite** neben dem Zug beträgt nur 1,2 m, bei Einbauten nur 0,9 m. Im Regelquerschnitt liegen dagegen rund 2,3 m Rettungswegbreite vor. Daraus resultiert eine um gut einen **Faktor 2 langsamere Evakuierung**.
- Für den Auslegungs-ICE (ICE 3 Doppeltraktion mit 400 m Länge) ergeben sich aus 900 Sitzplätzen plus Lokführer, Schaffner und Bistromitarbeiter 909 zu evakuierende Personen. Schon die 1.757 Insassen der S21-Planfeststellung sind fast **ein Faktor 2 mehr**. Die für die Eröffnung des Stuttgart 21-Bahnknotens bestellten Coradia Stream HC-Züge bringen 2.761 Insassen in Dreiertraktion in die Tunnel bzw. sogar 3.681 Insassen in der für später geplanten Vierertraktion. Das sind mehr als **4-mal so viele Personen** wie in den üblichen ICEs.

Damit haben sich die Bedingungen für die Evakuierung ggü. Regelquerschnitt und Ziel-Evakuierungszeit rechnerisch um **etwa den Faktor 16 verschlechtert**. Trotzdem wurde bei den S21-Tunneln der letzte Parameter, der **Abstand der Rettungstollen**, nicht unter seinen höchst zulässigen Maximalwert von 500 m abgesenkt. Die meisten Tunnel, für die diese Grenze gilt, haben trotz günstigerer Bedingungen den Abstand deutlich abgesenkt (s.u. Querschlagabst.).

## Die makroskopische Räumzeitberechnung ist etabliert und akzeptiert

- Während **mikroskopischen Simulationen** von Personenströmen mit hundertten Individuen arbeiten, rechnen **makroskopische Methoden** mit **Erfahrungswerten** für die Geschwindigkeiten und den Personenstrom durch Engpässe.
- Für die Räumzeitberechnung zur Selbstrettung ist die Kapazitätsanalyse nach dem **vfdb-Leitfaden** etabliert, **insbesondere für Sonderbauten wie Tunnel** und Gebäude der „**Eisenbahnen des Bundes**“, z.B. beim Tiefbahnhof Stuttgart 21 oder den Bahnhofsumbauten von Freilassing und Kaufering.
- Die gleichartige Methode nach dem **US-Standard NFPA 130** ist **international** sehr gebräuchlich und gilt als Standard für die Evakuierungsberechnungen in **U-Bahnen**. Sie unterscheidet sich nur in den Parameterwerten vom vfdb.

### **3. Für die Bewertung der Selbstrettung ist die „makroskopische Räumzeitberechnung“ etabliert, Quellen:**

- Jochen Zehfuß (Hrsg.), „Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes“, 4. überarbeitete und ergänzte Auflage, 03.2020 (pdf [https://web.archive.org/web/20210712221548/https://www.vfdb.de/fileadmin/download/vfdb-Leitfaden\\_IngMethoden\\_4Auflage\\_2020-03-26.pdf](https://web.archive.org/web/20210712221548/https://www.vfdb.de/fileadmin/download/vfdb-Leitfaden_IngMethoden_4Auflage_2020-03-26.pdf)), S. 11, 14: Anwendung für Sonderbauten wie Tunnel, S. 339-342 Kap. 9.4.1-9.4.2: „Makroskopische Berechnung“, Entfluchtungsgeschw. u. -flüsse
- BMI, „Brandschutzleitfaden für Gebäude des Bundes“, 06.2019 (pdf <https://www.fib-bund.de/Inhalt/Leitfaden/Brandschutz/brandschutzleitfaden-fuer-gebaeude-des-bundes.pdf>), S. 57, 74: Anwend. vfdb-Verfahren, S. 75 Verw. „moderate Ausl.“
- Stuttgart 21, 2009, Personenstromanalyse von Durth-Roos. Freilassing, 2017 ([https://www.freilassing.de/fileadmin/user\\_upload/user\\_upload/Bekanntmachung\\_zum\\_barrierefreien\\_Ausbau\\_Bahnhof\\_Anlagen\\_4.pdf](https://www.freilassing.de/fileadmin/user_upload/user_upload/Bekanntmachung_zum_barrierefreien_Ausbau_Bahnhof_Anlagen_4.pdf)), Bl. 196-208. Kaufering 2021 ([https://web.archive.org/web/20230116012500/https://bauprojekte.deutschebahn.com/media/projects/11415/docs/18\\_Brand-und\\_Katastrophenschutz\\_kaufering\\_b.pdf](https://web.archive.org/web/20230116012500/https://bauprojekte.deutschebahn.com/media/projects/11415/docs/18_Brand-und_Katastrophenschutz_kaufering_b.pdf)), Bl. 98-102.
- National Fire Protection Association, „NFPA 130, Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems“, Edition 2020 (<https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=130>), Punkte 5.3.4, 5.3.5: Entfluchtungsgeschwindigkeiten und -flüsse
- Christina Schäfer, Laura Künzer, Robert Zinke, „Integration und Modellierung von menschlichen Faktoren für die Evakuierung von U-Bahn-Systemen“, in: Horbach (Hrsg.), „INFORMATIK 2013“, Bonn, Ges. für Inform. e.V., S. 1619-1633, 2013 (pdf <https://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings220/1619.pdf>), S. 1624 § 2.1.2)

# Makroskopische Räumzeitberechnung

$$\text{Räumzeit } Z = A + P / (R \times F) + (S / v)$$

## 1. Reaktionszeit:

2 Min.

+ **erster Ausstieg:**

0,4 Min.

## 2. Strömung durch einen Engpass:

Personenzahl  
(Rettungswegbreite  
bzw. Fluchttürbreite  
× spezifischer Fluss)

## 3. Freie Bewegung:

Strecke  
Geschwindigkeit v

### Vereinfachte makroskopische Räumzeitberechnung:

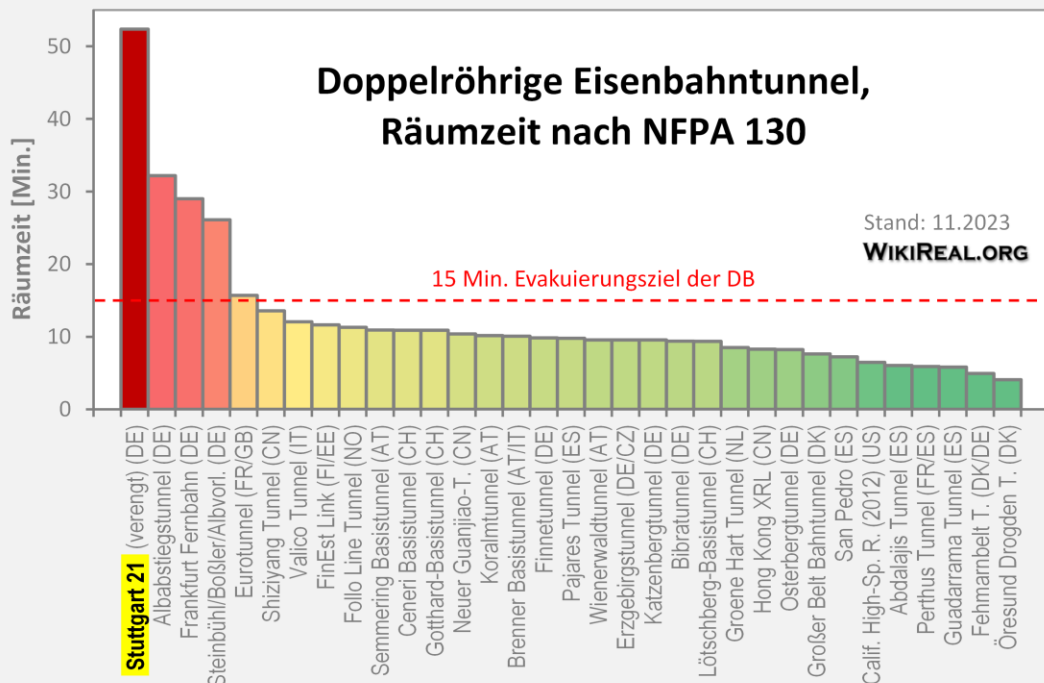
Um methodische Detaildiskussionen zu vermeiden, wird eine stark **vereinfachte Räumzeitberechnung** nach dem makroskopischen Verfahren angesetzt. Da kleinere Zeitbestandteile fehlen, wird eine **Untergrenze** für die Räumzeit ermittelt.

Es werden die **drei Haupt-Phasen** der Selbstrettung betrachtet:

- 1. Reaktionszeit und erster Ausstieg:** Beginn der Selbstrettungsphase. Als Reaktionszeit werden gemäß DB-Anwenderhandbuch (nachfolgend Abschn. 4) 2 Min. angesetzt plus 0,4 Min. für die ersten Ausstiegsvorgänge.
- 2. Strömung durch den Engpass:** Danach stellt sich ein Stau an dem/n Zugende(n) ein, wo die Fliehenden den Engpass neben dem Zug verlassen. Dieser Stau wird durch einen Personenstrom (spezifischer Fluss × Breite) gekennzeichnet. Die hier anstehende Personenzahl bestimmt die Zeit, die für die Passage benötigt wird.
- 3. Freie Bewegung.** Hinzu kommt für die Strecke des leeren Tunnels bis zum Rettungstollen eine freie Bewegung mit einer mittleren Geschwindigkeit.

Sollte dann der **Stau an der Fluchttür** gravierender ausfallen, als der auf dem Rettungsweg am Zugende, dann macht dieser Stau den Zeitblock Nr. 2 aus.

Als Freie Geschwindigkeit werden sowohl nach NFPA oder vfdb rund **1 m/s** angenommen. Unterschiede gibt es im spezifischen Fluss. Die NFPA setzt **1,365 P/ms** an, während nach vfdb in der maßgeblichen „moderaten Auslastung“ nur **1,1 P/ms** angesetzt werden, für den schlechteren Durchsatz an plötzlichen Einengungen wie Einbauten oder Türen sogar nur **0,9 P/ms**. Dass der NFPA diese typischen Stauungen unberücksichtigt lässt, ist ein anerkannter Mangel dieses Standards.

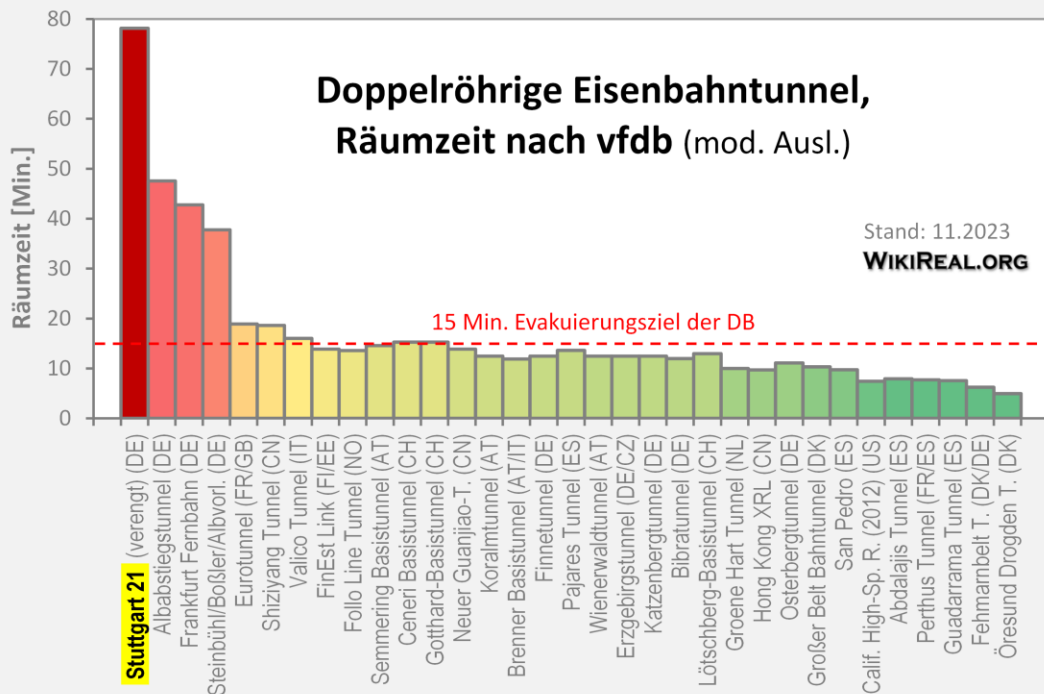


**Ergebnis der Räumzeitberechnung nach NFPA:** In den Stuttgart 21-Tunneln liegen sämtliche Schlüsselparameter für den Brandschutz auf Höchsttrisikowerten: Enger Querschnitt, verdoppelte Steigung, minimale Rettungswegbreite, höchstzulässiger Abstand der Rettungstollen und darüber hinaus eine doppelt so hohe (Planfeststellung) oder viermal so hohe Personenkapazität der Züge (nach Inbetriebnahme).

Diese Faktoren addieren sich zu einer **maximal hohen Räumzeit** bei gleichzeitig beschleunigter Verrauchung. Die 15 Min. Evakuierungszielzeit der DB werden um Faktoren überschritten im Gegensatz zur Mehrzahl der internationalen Vergleichstunnel.

Die Details dieser Räumzeitberechnung sind hier ausführlich beschrieben:

- Hans Heydemann, Christoph Engelhardt, Karl-Heinz Peil, „Fachtechnische Bewertung des Brandschutzes in der Machbarkeitsstudie der Deutschen Bahn zum Fernbahntunnel Frankfurt a.M.“, Herausgeber: Bündnis Verkehrswende Frankfurt, 20.04.2023 (pdf [http://archiv.umwelt-klima-rheinmain.net/downloads/2023-04\\_FBT-Brandschutz.pdf](http://archiv.umwelt-klima-rheinmain.net/downloads/2023-04_FBT-Brandschutz.pdf)), Anhang 5



**Ergebnis der Räumzeitberechnung nach vfdb:** Die strengeren Anforderungen der makroskopischen Räumzeitberechnung nach vfdb in der maßgeblichen Ausprägung „moderate Auslastung“ ergibt deutlich höhere Räumzeiten, man beachte die 1,5-mal so große Skalierung der y-Achse. Der Anwalt der Beigeladenen, RA Dr. Peter Schütz, hatte sich in seinem Schriftsatz vom 19.10.2023 dagegen verwahrt (S. 16 Ende erster Absatz), nach dem US-Standard NFPA zu rechnen. Darauf soll eingegangen werden. Der hierzulande übliche und von der DB insbesondere auch für unterirdische Bahnhofsanlagen verwendete vfdb-Standard führt insbesondere bei den Tunneln mit ausgeprägten Engstellen (Einbauten oder nicht ausreichend breiten Türen) zu einer Verlängerung der Evakuierungszeit um bis zu einem Faktor 1,5. Damit wird die Situation für die Stuttgart 21-Tunnel noch herausfordernder.

Gleichwohl bleiben fast alle **internationalen Vergleichstunnel** auch mit diesem Ansatz der Räumzeitberechnung unter der Evakuierungszielzeit der DB von 15 Minuten.



## DB: Auch in Tunneln pauschale Evakuierungs-Zielzeit von 15 Min.

### 4.6 Selbstrettungsphase

Deutsche Bahn AG, Anwenderhandbuch „Bemessungsbrände für S-Bahnen und den Gemischten Reisezugverkehr“, 21.06.2010, S. 30

[...] lang. Sie kann kürzer oder auch länger als 15 Minuten nach Brandbeginn dauern. Jedoch kann als allgemeine Orientierung dienen, dass die Selbstrettungsphase in der Regel 15 Minuten nach Brandbeginn beendet ist [2]. Für die Dauer

“Personal protection” and “Object protection”. It is evident, that the protection of human lifes has the utmost priority. Personal protection consists of “Self-rescue” during the first 15 minutes after an incident and “External rescue” normally starting 15 minutes after the beginning of an incident. This is equally valid for all types of transportation tunnels. [...]

Roland Leucker, „Underground Fire Safety in Germany“ (ISTSS 2020 S. 49-64), S. 49

## DB: Schnellere Verrauchung in engeren Tunneln eingestanden!

- großer Querschnitt erleichtert Intervention (und verraucht langsamer)
- kleiner Querschnitt (verraucht schneller, weniger Platz für Intervention)

DB Netze, Frankfurt Fernbahntunnel, „Erläuterungsbericht zur Machbarkeitsstudie“, 22.02.2021, Nennung 10-mal auf S. 103-111

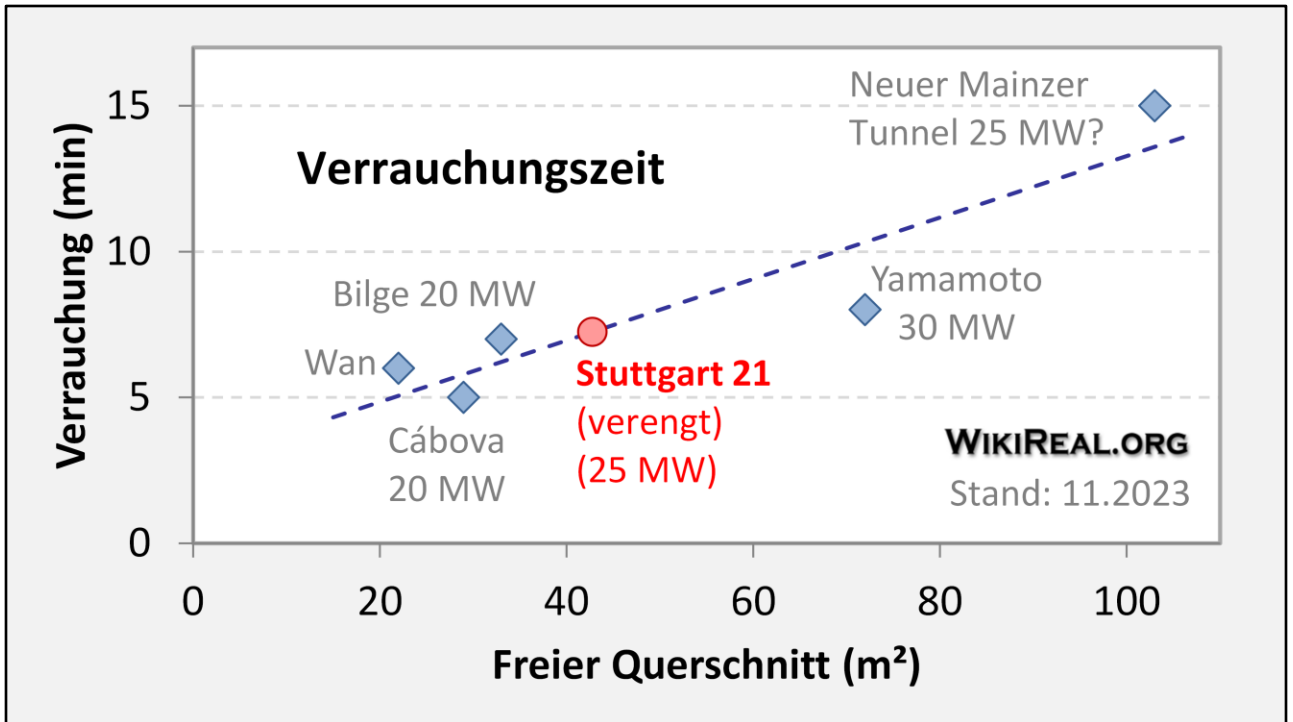
## 4. Abschätzung der Verrauchungszeit für die Stuttgart 21-Tunnel

Die DB hat ihr pauschales Selbstrettungs-Ziel von 15 Min. als nicht sachgemäß eingestanden, indem sie in der Machbarkeitsstudie zum Frankfurter Fernbahntunnel wiederholt betont e, dass in engeren Tunneln eine schnellere Verrauchung eintritt. Es bleibt nun lediglich die Frage, wie weit man für S21 in dem Ansatz für die Verrauchungszeit unter die 15 Minuten gehen muss.

Quellen:

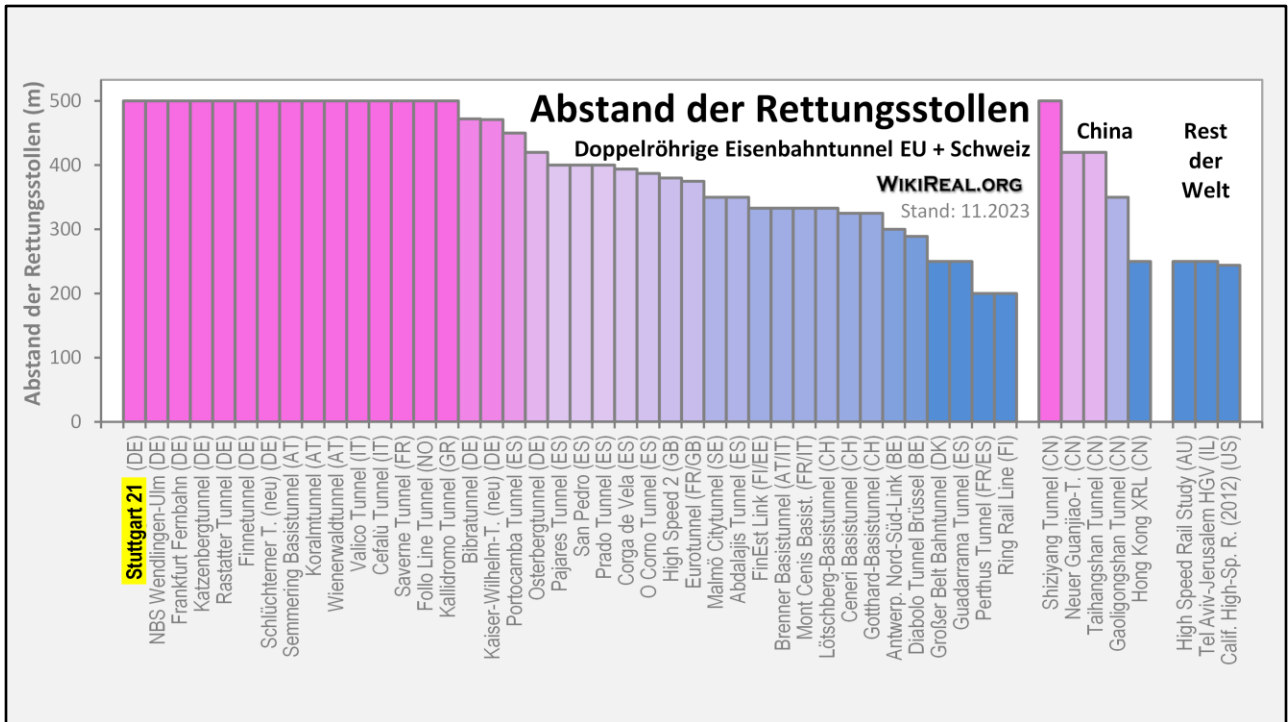
- Deutsche Bahn AG, Anwenderhandbuch „Bemessungsbrände für S-Bahnen und den Gemischten Reisezugverkehr“, 21.06.2010 (pdf <https://docplayer.org/113481692-Bemessungsbraende-fuers-bahnen-und-den-gemischten-reisezugverkehr-anwenderhandbuch.html>)
- Anders Lönnermark, Haukur Ingason, „Proceedings from the Ninth International Symposium on Tunnel Safety and Security“, München, 11.-13.03.2020 (pdf <http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:1548288/FULLTEXT01.pdf>)
- DB Netze, „Erläuterungsbericht zur Machbarkeitsstudie“, 22.02.2021 (pdf [https://www.fernbahntunnel-frankfurt.de/files/page/06\\_infothek/20210212\\_Erlaeuterungsbericht\\_MKS\\_FBT.pdf](https://www.fernbahntunnel-frankfurt.de/files/page/06_infothek/20210212_Erlaeuterungsbericht_MKS_FBT.pdf))





**Abnahme der Verrauchungszeit für engere Tunnelröhren** laut Fachliteratur. Die bisher bekannten Literaturstellen erlauben eine Regression, die für S21 **7-8 Minuten** Verrauchungszeit ergibt. Allerdings bei Referenzpunkten, die eher der alten Brandleistung von 25 MW entsprechen. Für den aktuellen Bemessungsbrand von **53 MW** und der damit mehr als verdoppelten Rauchleistung wird eine **schnellere Verrauchung** erwartet, aber nicht unbedingt um den Faktor 2. Die höhere Wärmemenge im Rauch könnte diesen erst verzögert abkühlen lassen. Dass die Verrauchung später eintritt als bei 25 MW ist aber nicht zu erwarten. Das belegen die bisherigen Erfahrungen bei Erhöhung der Brandleistung. Die Quellen dieser Grafik sind:

- Dandan Wan, „Numerical Simulation Study of Effect of Tunnel Slope on Smoke Propagation“, J. Phys.: Conf. Ser. 2179, 2022 (pdf <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2179/1/012023/pdf>)
- Mahir Ilter Bilge, Thesis „CFD Simulation of Train Fire in the Istanbul Metro Tunnel“, 07.2018 (pdf <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12622402/index.pdf>), S. 47, 53: Brandleist. 20 MW, S. 54: Freier Querschnitt 33 m², S. 73-75 Verrauchung nach 6 bis 8 Min.
- Kamila Cábová, Tomáš Apeltauer, Petra Okřínová, František Wald, „Application of fire and evacuation models in evaluation of fire safety in railway tunnels“, 2017 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 236 (pdf <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/236/1/012080/pdf>), S. 6 Fig. 4, schon nach 5 Min. Verrauchung bis auf ca. 2,20 m
- Kazuhiro Yamamoto, Y. Sawaguchi, S. Nishiki, „Simulation of Tunnel Fire for Evacuation Safety Assessment“, 26.03.2018 (pdf <https://www.mdpi.com/2313-576X/4/2/12/pdf>)
- 06.07.2003, [faz.net](https://www.faz.net), „Notfallübung. Rettung aus einem verrauchten Bahntunnel“, die 15 Min. Verrauchung betreffen wohl den damaligen Bemessungsbrand von 25 MW



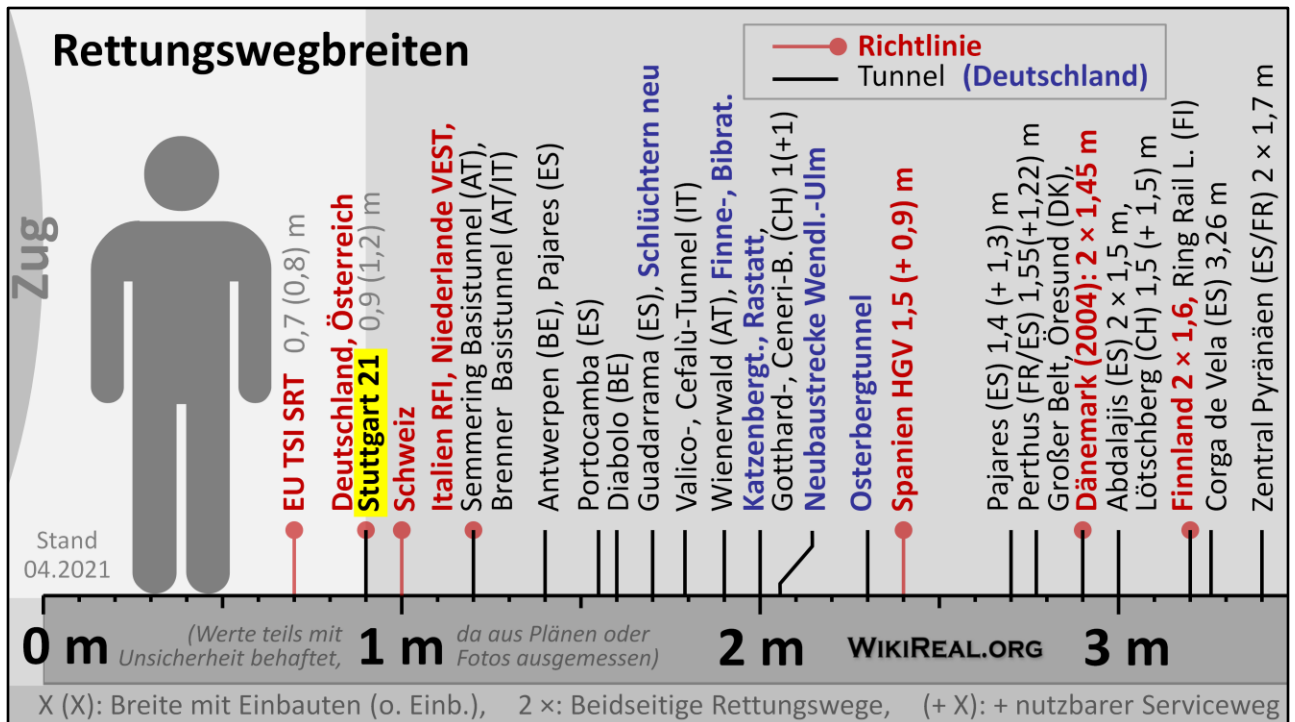
## 5. Vergleich mit internationalen Doppelröhren-Tunnelprojekten

Die **große Mehrzahl der Doppelröhrentunnel**, für die maximal 500 m Rettungsstollenabstand gilt (EU, Schweiz, China) wurde mit **deutlich kürzerem Querschlagabstand** gebaut. Als Grund werden Sicherheitsabwägungen angegeben, wenn nicht sogar ausdrücklich die Anforderungen an eine rechtzeitige Evakuierung und das obwohl die Bedingungen in diesen Tunneln weit weniger herausfordernd als bei S21 sind.

In keinem der mit 500 m Abstand gebauten Tunnel sind deutlich mehr als **1.100 Personen pro Zug** unterwegs. Nur bei Stuttgart 21 bzw. der NBS Wendlingen-Ulm sollten es laut Planfeststellung 1.757 Personen und nach Inbetriebnahme sogar bis zu **3.681 Personen** sein.

Die außerhalb Stuttgarts höchste Personenzahl soll mit **1.373 Personen** in den **Schweizer** Tunneln unterwegs sein, die einen Rettungsstollenabstand von **333 m** nicht überschreiten. In **Spanien** gilt im Hochgeschwindigkeitsverkehr ein Maximalwert für den Rettungsstollenabstand von 400 m. Bei einer Zugkapazität von **mehr als 1.000 Personen** muss dort ein Rettungsstollenabstand von **max. 250 m** eingehalten werden. In China sind in den Zügen nicht mehr als **1.200 Personen** unterwegs. Siehe dazu: [https://wikireal.org/wiki/Stuttgart\\_21/Brandschutz\\_Tunnel](https://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Brandschutz_Tunnel).

Die Entscheidung, die S21-Tunnel mit dem höchstzulässigen Querschlagabstand von 500 m zu bauen, liegt **um Faktoren neben** dem internationalen Konsens in der **Risikoabwägung**.



## Die S21-Tunnel liegen bei den Rettungswegbreiten absolut am unteren Ende.

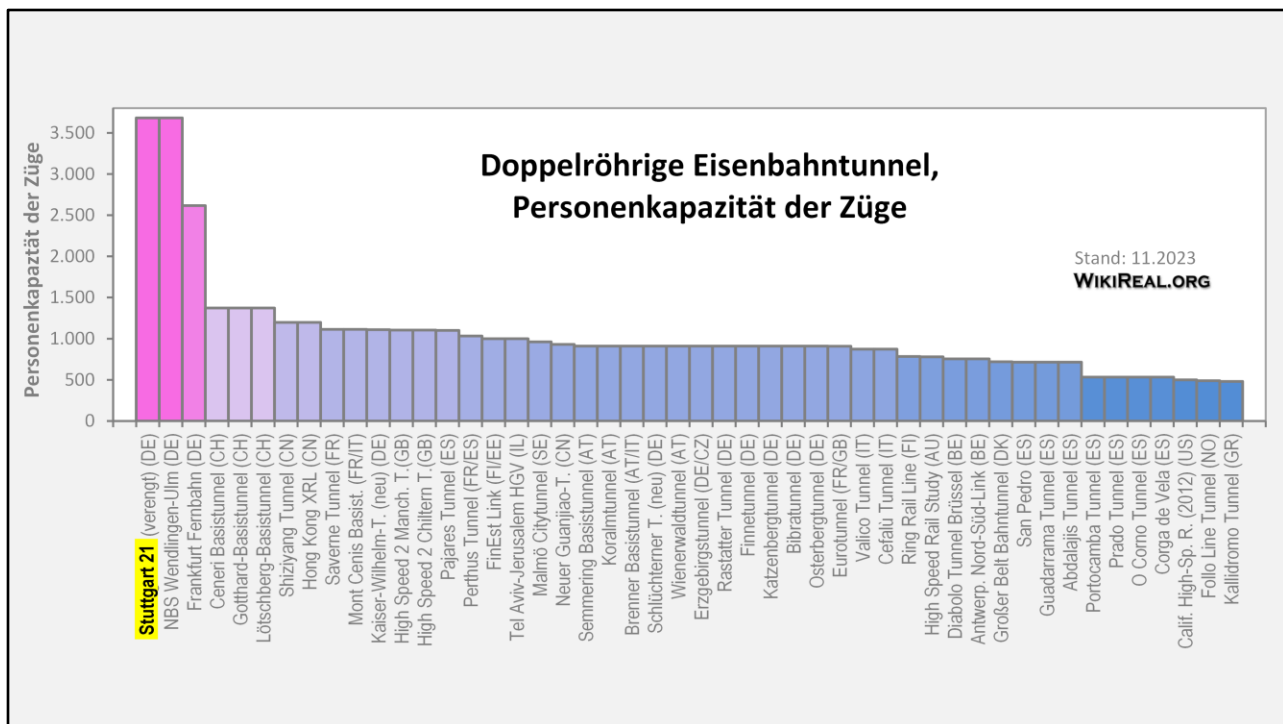
Tatsächlich werden in den anderen internationalen Tunneln um Faktoren breitere Rettungswege realisiert. Diese Tunnel haben einen größeren Querschnitt und es sind weit weniger Personen in den Zügen. Hinzu kommen meist aufwändige Entrauchungs- bzw. Belüftungsanlagen.

Stuttgart 21 liegt mit 90 cm Rettungswegbreite bei Einbauten beim **Mindestwert der deutschen Richtlinie**. Die Einbauten sind meist die Notrufsäulen und Löschwasserhydranten neben den Rettungsstollen-Zugängen. Die S21 Rettungswegbreite ist auch die engste im internationalen Vergleich. In der Schweiz und bei italienischen und niederländischen Konsortien sowie im spanischen Hochgeschwindigkeitsverkehr wären sie schon nicht mehr zulässig. In Dänemark und Finnland gab und gibt es dreimal höhere Mindestanforderungen.

Praktisch sämtliche anderen europäischen Tunnelprojekte liegen über dem Mindestwert der Richtlinien, um eine Selbstrettung zu gewährleisten.

Bemerkenswert ist, dass die Genehmigung der Planfeststellung eine Rettungswegbreite von mind. 1,20 m „**hindernisfrei ausgestaltet**“ (Beschluss PFA 1.2 § 4.9.1.2(4)), aber dennoch 30 cm breite Einengungen hingenommen wurden. Bemerkenswert ist auch, dass der Brandschutzexperte der Deutschen Bahn Klaus-Jürgen Bieger bei zahlreichen Gelegenheiten absolut kontrafaktisch behauptet hatte, bei S21 würden die „**breitesten Fluchtwege**“ Europas gebaut.

Quellen: [https://wikireal.org/wiki/Stuttgart\\_21/Brandschutz\\_Tunnel](https://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Brandschutz_Tunnel)



Die zukünftig durch die Stuttgart 21-Tunnel fahrenden Züge sollen mit 3.681 Insassen **mehr als viermal so viele Personen in die Tunnel** bringen als die üblichen ICEs mit 909 Insassen. Eine solche Personenzahl ist absurd groß für lange enge Tunnel und würde vielmehr extreme bauliche Maßnahmen benötigen, um noch eine Selbstrettung im Brandfall zu ermöglichen.

Selbst die **1.757 Insassen aus der Planfeststellung** sind schon knapp das Doppelte einer ICE-Besatzung und würden alleine schon große Anstrengungen für die Selbstrettung verlangen. Im krassen Widerspruch dazu hat man bei S21 sich mit den Mindestanforderungen bei Rettungswegbreite und Rettungstollenabstand begnügt.

Dass die **Personenkapazität international sehr wohl berücksichtigt** wird, zeigt sich etwa in der spanischen Richtlinie, die, sobald Züge mit mehr als 1.000 Personen verkehren, nur noch einen maximalen Querschlagabstand von 250 m zulässt. In der Schweiz müssen überzählige Passagiere die Züge verlassen, bevor der Gotthard-Basistunnel passiert werden kann und es wird sowohl die "Personenbesetzung" wie auch die "Pendlerspitze" in die Sicherheitsklassifizierung der Tunnel im sogenannten "Beiwert" eingerechnet.

Quellen: [https://wikireal.org/wiki/Stuttgart\\_21/Brandschutz\\_Tunnel](https://wikireal.org/wiki/Stuttgart_21/Brandschutz_Tunnel)

- DieFraktion, WikiReal, Aktionsbündnis gg. S21, Pressemitteilung „Verdopplung der Fahrgastzahlen mit zukünftigen Zügen überfordert den Brandschutz in den Tunneln“, 06.12.2022 (pdf [https://kopfbahnhof-21.de/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-06-PM-Verdoppelung-ueberfordert-Brandschutz-Fraktion-Wikireal-AB\\_final\\_2.pdf](https://kopfbahnhof-21.de/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-06-PM-Verdoppelung-ueberfordert-Brandschutz-Fraktion-Wikireal-AB_final_2.pdf))